

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000059173
PUBLICATION DATE : 25-02-00

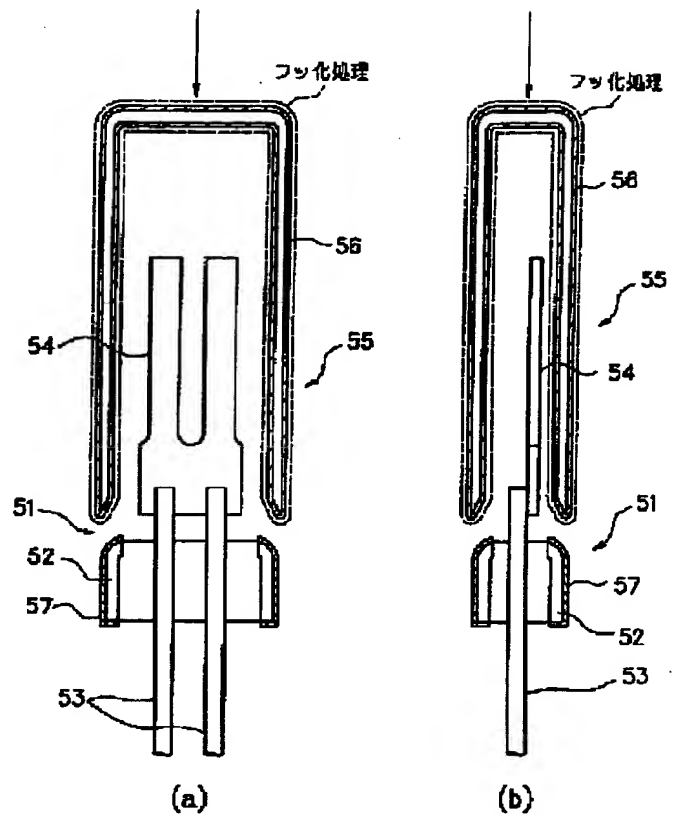
APPLICATION DATE : 07-08-98
APPLICATION NUMBER : 10224901

APPLICANT : SEIKO EPSON CORP;

INVENTOR : ARABARI HIROSHI;

INT.CL. : H03H 9/19 H03H 3/02 H03H 9/02
H03H 9/10

TITLE : PIEZOELECTRIC VIBRATOR,
CONTAINER FOR SEALING
PIEZOELECTRIC VIBRATION
ELEMENT AND PIEZOELECTRIC
VIBRATION ELEMENT SEALING
METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easily manufacturable piezoelectric vibrator with a built-in piezoelectric vibration element with excellent reliability and quality at a low cost though it is small-sized and thin, and to provide a container used for sealing the piezoelectric vibration element and a method for sealing the piezoelectric vibration element.

SOLUTION: This piezoelectric vibrator is provided with the piezoelectric vibration element 54, a lead 53 for mounting the piezoelectric vibration element, a columnar base 51 for fixing the lead and a cylindrical cap 55 whose one end is opened and other end is closed for housing the piezoelectric vibration element in the inside and joining the base to the open end. At least the joining part of at least either one of the base and the cap is halogenation-processed.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

BEST AVAILABLE COPY

JP2000059173

Title:

**PIEZOELECTRIC VIBRATOR, CONTAINER FOR SEALING PIEZOELECTRIC
VIBRATION ELEMENT AND PIEZOELECTRIC VIBRATION ELEMENT
SEALING METHOD**

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easily manufacturable piezoelectric vibrator with a built-in piezoelectric vibration element with excellent reliability and quality at a low cost though it is small-sized and thin, and to provide a container used for sealing the piezoelectric vibration element and a method for sealing the piezoelectric vibration element. **SOLUTION:** This piezoelectric vibrator is provided with the piezoelectric vibration element 54, a lead 53 for mounting the piezoelectric vibration element, a columnar base 51 for fixing the lead and a cylindrical cap 55 whose one end is opened and other end is closed for housing the piezoelectric vibration element in the inside and joining the base to the open end. At least the joining part of at least either one of the base and the cap is halogenation-processed.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-59173

(P2000-59173A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000. 2. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 3 H	9/19	H 0 3 H	A 5 J 0 3 3
	3/02		B 5 J 0 4 1
	9/02		B
	9/10		

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平10-224901

(22) 出願日 平成10年8月7日 (1998. 8. 7)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 荒張 博史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 5J033 CC06 EE02 EE07 EE11 GG04

GG12 GG13 GG20

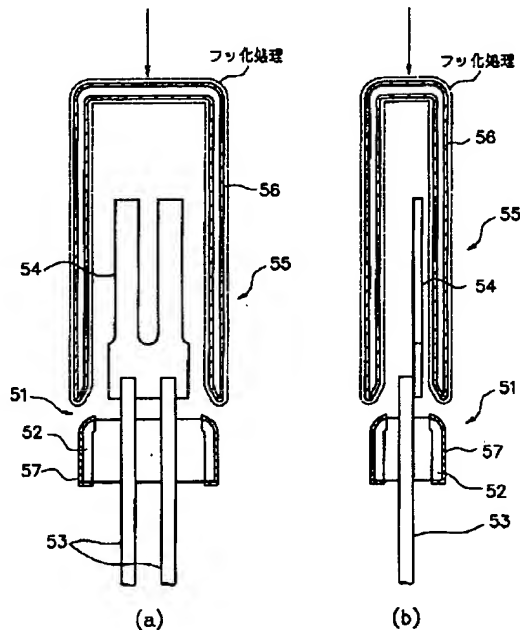
5J041 AA02

(54) 【発明の名称】 圧電振動子、圧電振動素子封止用容器および圧電振動素子封止方法

(57) 【要約】

【課題】 小型薄型であっても信頼性や品質に優れ、製造も容易であり、コストも安価である圧電振動素子を内蔵した圧電振動子、圧電振動素子を封止するのに用いる容器および圧電振動素子を封止する方法を提供すること。

【解決手段】 圧電振動素子54と、前記圧電振動素子がマウントされるリード53と、前記リードが固定される柱状のベース51と、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップ55とを備え、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも一部をハロゲン化処理する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項2】 前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の接合部に、軟金属層がメッキ処理されている請求項1に記載の圧電振動子。

【請求項3】 前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である請求項2に記載の圧電振動子。

【請求項4】 前記ベースの前記キャップとの接触部分の長手軸に直交する断面の外周形状が、楕円または略楕円であり、前記キャップの前記ベースとの接触部分の長手軸に直交する断面の内周形状が、前記ベースの断面外周形状より小さい楕円または略楕円である請求項1～3のいずれかに記載の圧電振動子。

【請求項5】 前記接触部分の圧入代が、前記楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、前記長軸部分から前記短軸部分にかけて単調に増加している請求項4に記載の圧電振動子。

【請求項6】 前記略楕円は、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧が、交互にそれぞれ2個ずつ配置され、かつ前記大円弧と前記小円弧の接点における大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致するように接続された形状であり、前記接触部分の圧入代が、前記略楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、長軸部分から短軸部分にかけて単調に増加している請求項4に記載の圧電振動子。

【請求項7】 圧電振動素子が固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止するための圧電振動素子封止用容器において、

前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理されていることを特徴とする圧電振動素子封止用容器。

【請求項8】 柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部を、前もってハロゲン化処理しておくことを特徴とする圧電振動素子封止方法。

【請求項9】 少なくとも前記接合部を、前記キャップの融点もしくは前記ベースの融点のうち低温の融点以下の温度に加熱して前記接合を行う請求項8に記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項10】 軟金属層を、前記キャップまたは前記ベースの少なくとも一方の接合部にメッキ処理し、少なくとも前記接合部を、前記軟金属層の融点以下の温度に加熱して前記接合を行う請求項8に記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項11】 少なくとも前記接合部を加圧して前記接合を行う請求項8～10のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項12】 不活性ガスの雰囲気中で前記接合を行う請求項8～11のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項13】 大気圧またはその近傍の圧力下において前記接合を行う請求項8～12のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項14】 真空中で前記接合を行う請求項8～13のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項15】 少なくとも前記接合部に電界を作用させて前記接合を行う請求項8～14のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電振動素子を内蔵した圧電振動子、圧電振動素子を封止するのに用いる容器および圧電振動素子を封止する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子は、圧電振動素子と、圧電振動素子を保持するベースおよびベースに被せるキャップで成る容器等とから構成され、ベースとキャップとの封止の方式の違いにより圧入封止形、溶接封止形、あるいはガラスやろう材などのシール材を介して融着接合したもの等が公知である。

【0003】圧入封止形の圧電振動子は、圧電振動素子をマウントしたベースとキャップとを組合わせて圧入するだけで容器内部の気密性が保持できるため、封止が簡便であり、また圧電振動素子をマウントしたベースとキャップとを治具の上下にマトリクス状に複数セットしてプレスすることによって一度に多数個封止できるため、加工時間が短時間となって量産性が非常に高くなり、生産コストが安価となる。しかも、例えば絞り加工によって作られる主に金属製のキャップやベースは、部品コストが安価である。このように圧入封止形の圧電振動子は、複数の長所を有しているため、現在広く用いられている。

【0004】図8(a)は、従来の圧入封止形の圧電振動子の一例を示す分解断面側面図、同図(b)は、その

A-A矢視図であり、図9(a)は、図8の圧電振動子の組立断面側面図、同図(b)は、そのA-A矢視図である。図8(a)に示すように、この圧電振動子1Aの容器1aを構成するベース1の金属外環2には、一対のリード3が例えばガラスなどの絶縁材を介して気密性を保って貫通保持されている。そして、一対のリード3のインナーリード3aには、圧電振動素子4がマウントされており、圧電振動素子4の表面に設けられた図示しない電極と一対のリード3とが機械的に固定され、かつ電気的に接続されている。また、容器1aを構成する例えば銅(Cu)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)合金である洋白から成るキャップ5には、例えばNiで成る金属層6がメッキ形成されている。さらに、ベース1の金属外環2の外周面あるいはキャップ5の内周面(この例ではベース1の金属外環2の外周面)には、例えば半田で成る軟金属層7がメッキ形成されている。そして、図8(b)に示すように、キャップ5の内周形状(同図破線)は、ベース1の外周形状より若干小さく形成されており、キャップ5の内周とベース1の外周とのギャップ分dが所謂圧入代となっている。

【0005】このような構成において、ベース1にキャップ5を押し込むと、図9(a)に示すように、圧入代dの分だけキャップ5が外側に押し広げられるので、図9(b)に示すように、ベース1はキャップ5のバネ性による図示矢印aで示す内側方向に働く応力により締め付けられる。そして、この締め付け応力により、軟金属層7は潰されてベース1とキャップ5との間の微細な隙間を埋めるので、ベース1とキャップ5との間が密封され、圧電振動素子4が気密に封止される。このようにして作成された圧電振動子1Aは、図10に示すようにしてプリント回路基板9に実装される。

【0006】ここで、圧入封止形の圧電振動子1Aの容器1aの断面形状は従来より円形であるが、これはキャップ5やベース1といった部品を簡易に精度良く作成することができるからである。また、圧入代を全周にわたって一定にとれば、図9(b)に示すように、圧入により発生する応力分布が全周にわたり均一となり、封止性を安定させることができ、さらに圧入代の設定も容易となるからである。

【0007】ところで、近年、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)や携帯用のコンピュータ等の情報機器において、あるいは携帯電話や自動車電話等の移動通信機器において小型薄型化がめざましく、それらの電子機器に用いられる圧電振動子も小型薄型化が要求されている。上述した断面が円形の圧入封止形の圧電振動子1Aは、量産性やコストに大きな利点を有しているが、容器1aの直径が約φ3mmと大型で図10に示すプリント回路基板9の表面からの実装高さh0が高くなるため、小型薄型の電子機器への搭載が非常に困難になっている。

【0008】この小型薄型化の要求に対応した形態の圧電振動子の容器としては、内蔵する圧電振動素子をシュリンクして、容器の直径を小さくしたものが提案されている。従来の圧電振動素子の幅寸法は1.8mm~2.0mmであるため、容器の直径は約φ3mmと大きい。圧電振動素子の幅寸法を0.5mm~0.7mmとすると、容器の直径を約φ1.5mmまで小さくすることができる。しかしながら、水晶等の圧電振動素子をこのように小型化して、かつ特性を維持するためには、高精度な設計や加工技術が必要となるので、加工が困難でコストアップとなり、あまり実用的ではない。

【0009】そこで、小型薄型化の要求に対応した別の形態の圧電振動子の容器としては、断面形状を例えば図11(b)に示すような楕円形や図12(b)に示すような長円形として、圧電振動素子14、24の収納部分の容積効率を上げ、図13や図14に示すようにプリント回路基板9の表面からの実装高さh1、h2を図10に示すプリント回路基板9の表面からの実装高さh0より低くしたものが提案されている。即ち、図11に示す実開平2-55727号公報に開示されている圧電振動子10Aの容器10aは、断面が楕円形の圧入封止形容器であり、断面が楕円形のベース11と断面が楕円形のキャップ15の封止部には所定の圧入代が設けられ、ベース11にリード13を介して圧電振動素子14を保持させ、ベース11をキャップ15に圧入して封止するものである。また、図12に示す特開平3-220910号公報に開示されている圧電振動子20Aの容器20aは、断面が長円形の溶接封止形容器であり、断面が長円形のベース21にリード23を介して圧電振動素子24を保持させ、ベース21の金属外環部と断面が長円形のキャップ25の開口部側先端近傍とを例えばレーザー溶接やシーム溶接等により溶接して封止するものである。

【0010】また、小型薄型化の要求に対応したさらに別の形態の圧電振動子の容器には絶縁性基板を使用するものがあり、絶縁性基板としては主にアルミナ製のセラミックで成る矩形箱形のものが広く用いられている。例えば図15に示すように、単板のセラミック基板をベース31とし、あるいは図16に示すように、積層してキャビティ部を形成したセラミック基板をベース41とし、図示しない金属厚膜の導電パターンをベース31上に形成し、あるいはベース41のキャビティ内から裏面まで伸びた形で形成する。そして、ベース31上、あるいはベース41のキャビティ内の所定の位置に圧電振動素子34、44をマウントし、ガラスやろう材等のシール材を介して金属製またはセラミック製のキャップ35を被せ、シール材を加熱、融着させてベース31とキャップ35とを接合して封止し、あるいは金属製のキャップ45を被せてベース41とキャップ45とを例えばシーム溶接や電子ビーム溶接等により溶接して封止した圧電振動子30A、40Aがある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述した断面を楕円形や長円形などの扁平形状に形成した容器10a、20aを有する圧電振動子10A、20Aによれば、基板実装高さh1、h2を低くでき、かつ内蔵する圧電振動素子14、24のサイズを変更することなくそのまま使用できるので、従来のコストで圧電振動素子14、24を製造することができるという利点を有している。

【0012】しかしながら、断面が楕円形の圧入封止形の圧電振動子10Aの圧入による締め付け応力の分布は、図17の実線矢印aで示すように、短軸側が小さくなるため短軸側で気密漏れが発生する場合があります、また長軸側が過大になるためベース11の絶縁ガラスにクラックが入って気密漏れが発生する場合があるという不具合がある。また、圧入によるキャップ15に働く引張応力は、同図の破線矢印bで示すように、長軸側が過大になるためキャップ15が破断して気密漏れが発生する場合がありますという不具合がある。そして、気密漏れが発生すると、吸湿や酸化により内部の圧電振動素子14が劣化し、周波数が変化したり、インピーダンスが過大となって不発振になってしまうという問題が起きる。また、応力分布が周位置で均一ではないため、圧入代の設定は非常に難しく、気密漏れを発生させずに圧入のみで封止を完成させることは困難であった。

【0013】一方、断面が長円形の溶接封止形の圧電振動子20Aは、溶接により封止を完成するので気密漏れは発生しないが、封止時にベース21とキャップ25を組合わせた後、1個ずつ回転させて全周を溶接しなければならないため、加工時間が長く量産性に劣るという問題がある。また、溶接を行うための設備は非常に高価であり、コストを安価に抑えられないという問題もある。また、溶接時に溶融した金属から放出されたガスが容器20aの内部に残留し、そのガスにより圧電振動素子24の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0014】また、セラミック製の絶縁性基板を用いたシール材の融着接合封止形、あるいは溶接封止形の圧電振動子30A、40Aは、基板実装高さを低くできるが、セラミック製の絶縁性基板のコストが、先述した断面が円形、楕円形の圧入封止形や、断面が長円形の溶接封止形の圧電振動子1A、10A、20Aに使用される筒状金属製のベース1、11、21やキャップ5、15、25のコストに比較して高価であるという問題がある。

【0015】また、シール材の融着接合封止形の圧電振動子30Aは、シール材を約300°C以上に加熱して融着させるため、容器内に収納されている圧電振動素子34も加熱されて周波数が変化してしまうという不具合がある。さらに、シール材の加熱時にシール材から放出されたガスが容器内部に残留し、そのガスにより圧電振

動素子34の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0016】溶接封止形の圧電振動子40Aは、シールリングと呼ばれる金属製の接合部材をろう付けにより、あるいはメタライジングと呼ばれる金属厚膜をスクリーン印刷、焼成することにより、例えばベース41側にあらかじめ取り付けしておく必要があるため、部品コストは更に高価となる。そして、封止時の溶接の加工時間が長く、高価な設備も必要であるという問題もある。また、溶接時に溶融した金属から放出されたガスが容器内部に残留し、そのガスにより圧電振動素子44の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0017】本発明の目的は、上記課題を解消して、小型薄型であっても信頼性や品質に優れ、製造も容易であり、コストも安価である圧電振動素子を内蔵した圧電振動子、圧電振動素子を封止するのに用いる容器および圧電振動素子を封止する方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理されていることを特徴とする圧電振動子である。

【0019】この請求項1の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0020】請求項2の発明は、請求項1記載の構成において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の接合部に、軟金属層がメッキ処理されている圧電振動子である。

【0021】この請求項2の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けて接合することにより、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので封止が確実になる。

【0022】請求項3の発明は、請求項2記載の構成において、前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である圧電振動子である。

【0023】この請求項3の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部の軟金属層を半田またはインジウムまたはインジウム合金にし、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、接合が容易にな

る。

【0024】請求項4の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の構成において、前記ベースの前記キャップとの接触部分の長手軸に直交する断面の外周形状が、楕円または略楕円であり、前記キャップの前記ベースとの接触部分の長手軸に直交する断面の内周形状が、前記ベースの断面外周形状より小さい楕円または略楕円である圧電振動子である。

【0025】この請求項4の発明では、キャップと接触する部分において、長手軸に直交する断面の外周形状が楕円または略楕円の柱形状であるベース、または、ベースと接触する部分において、長手軸に直交する断面の内周形状がベースの断面の外周形状より小さい楕円または略楕円であり、一端が閉ざされ他端が開放されている筒形状であるキャップの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、封止性、信頼性が高まる。

【0026】請求項5の発明は、請求項4に記載の構成において、前記接触部分の圧入代が、前記楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、前記長軸部分から前記短軸部分にかけて単調に増加している圧電振動子である。

【0027】この請求項5の発明では、キャップの内周形状およびベースの外周形状は楕円であり、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、製造が容易になる。

【0028】請求項6の発明は、請求項4に記載の構成において、前記略楕円は、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧が、交互にそれぞれ2個ずつ配置され、かつ前記大円弧と前記小円弧の接続点における大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致するように接続された形状であり、前記接触部分の圧入代が、前記略楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、長軸部分から短軸部分にかけて単調に増加している圧電振動子である。

【0029】この請求項6の発明では、キャップの内周形状およびベースの外周形状は略楕円であり、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧とからなり、前記大円弧および小円弧は各々2個であって前記大円弧と小円弧が交互に配置されており、前記大円弧と前記小円弧の接続点において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致し、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、製造が容易になる。

【0030】請求項7の発明は、圧電振動素子が固定さ

れる柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止するための圧電振動素子封止用容器において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理されていることを特徴とする圧電振動素子封止用容器である。

【0031】この請求項7の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0032】請求項8の発明は、柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部を、前もってハロゲン化処理しておくことを特徴とする圧電振動素子封止方法である。

【0033】この請求項8の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0034】請求項9の発明は、請求項8に記載の構成において、少なくとも前記接合部を、前記キャップの融点もしくは前記ベースの融点のうち低温の融点以下の温度に加熱して前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0035】この請求項9の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、キャップおよびベースの融点以下に加熱して接合することにより、接合の際の反応が促進される。

【0036】請求項10記載の発明は、請求項8に記載の構成において、軟金属層を、前記キャップまたは前記ベースの少なくとも一方の接合部にメッキ処理し、少なくとも前記接合部を、前記軟金属層の融点以下の温度に加熱して前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0037】この請求項10の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けるとともに、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくとも接合部を軟金属層の融点以下に加熱して接合することにより、接合の際の反応が促進されると共にベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、接合が容易になる。

【0038】請求項11の発明は、請求項8～10のいずれかに記載の構成において、少なくとも前記接合部を加圧して前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0039】この請求項11の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部を加圧して接合することにより、密着性が向上して接合強度が高まる。

【0040】請求項12の発明は、請求項8～11のいずれかに記載の構成において、不活性ガスの雰囲気中で前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0041】この請求項12の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、不活性ガスの雰囲気中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上する。

【0042】請求項13の発明は、請求項8～12のいずれかに記載の構成において、大気圧またはその近傍の圧力下において前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0043】この請求項13の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、大気圧またはその近傍の圧力下において接合することにより、真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備が不要となる。請求項14の発明は、請求項8～11のいずれかに記載の構成において、真空中で前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0044】この請求項14の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、真空中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上する。

【0045】請求項15の発明は、請求項8～14のいずれかに記載の構成において、少なくとも前記接合部に電界を作用させて前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0046】この請求項15の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部に電界を作用させて接合することにより、接合部にイオンとして存在しているハロゲンが電界によって強制的に移動させられるため、接合強度が高まる。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0048】図1(a)は、本発明の圧電振動子の実施形態を示す断面側面図、同図(b)は、その底面図である。

【0049】この圧電振動子50Aは、ベース51とキャップ55とで形成される容器50a内に音叉形の水晶振動素子である圧電振動素子54が封入されている。ベ

ース51の金属外環52には、一対のリード53が例えばガラスなどの絶縁材を介して気密性を保って貫通保持されている。ベース51の金属外環52とリード53の材料としては、例えば主な組成がFe、Ni、Coで成る合金であるコパールが用いられる。金属外環52とリード53との間の気密を保つガラスの材料としては、熱膨張係数が約 $4 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$ とコパールに近い例えばコパールガラスが用いられる。そして、一対のリード53のインナーリード53aには、圧電振動素子54が例えば半田、あるいは導電性接着剤などによりマウントされており、圧電振動素子54の表面に設けられた図示しない電極と一対のリード53とが機械的に固定され、かつ電気的に接続されている。そして、圧電振動素子54がキャップ55内に収納され、キャップ55の開放端部の内周部とベース51の金属外環52の外周部とが接合されている。キャップ55の材料としては、例えば主な組成がCu、Ni、Znで成る合金である洋白が用いられる。ここで、封止前のキャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、図2に示すように楕円形であり、圧入代は長軸部分が最小(e)、短軸部分が最大(f)で、長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定されている。そして、キャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、各々長軸、短軸に対して線対称である。これにより、短軸側も十分に加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、小型薄型であり、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い圧電振動子50Aとすることができる。そして、内蔵する圧電振動素子54は従来のサイズのものがそのまま使用できるので、圧電振動素子54の加工コストもアップしない圧電振動子50Aとすることができる。

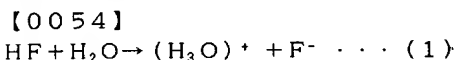
【0050】そして、金属外環52の外周面には、キャップ55との接合のために半田で成る軟金属層57がメッキ形成されている。このようにベース51の金属外環52の外周面上の接合部分に半田をメッキすることにより、ベース51の外周面およびキャップ55の内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、ベース51とキャップ55との接合が容易になり、容器50aの封止性が向上し、圧電振動子50Aの品質や信頼性が向上する。尚、軟金属層57は、キャップ55の内周面に形成してもよく、少なくともいずれか一方の接合部に形成されていけばよい。

【0051】そして、キャップ55の表面全体には、Niで成る金属層56がメッキ形成され、さらにベース51との接合のためにハロゲン化処理されている。尚、ハロゲン化処理は、ベース51の表面全体に施してもよく、少なくともいずれか一方の接合部が処理されていけばよい。ここで、ハロゲン化処理によるベース51とキャップ55との接合メカニズムについて説明すると、キャップ55の表面部のハロゲンと結合している原子が、

ベース51と接触することによりハロゲンとの結合が切れ、ベース51の原子と結合することにより接合が行われる。そして、結合が切れたハロゲンは、ハロゲンを取り込みやすい方の部材、即ちキャップ55、あるいはベース51の内部に拡散して行く。このように、ハロゲン化処理を行うだけでキャップ55とベース51が原子レベルで接合されるので、容器50aの封止性が向上し、圧電振動子50Aの信頼性や品質を高めることができる。また、部品としてのキャップ55およびベース51は、従来の圧入封止形の圧電振動子10Aと同一のものが使用できるので、部品のコストアップもない。さらに、ハロゲン化処理の工程も簡便であり、封止工程は従来の圧入封止形の圧電振動子10Aと同一であるため、製造も容易で量産性も高く、従来設備がそのまま使用できるので、製造のコストアップもない。

【0052】このような構成において、その製造方法を説明する。

【0053】先ず、金属層56がメッキ形成されたキャップ55の表面全体をハロゲン化処理、例えばフッ化処理する。このフッ化処理においては、少なくともキャップ55とベース51との接合部分の表面がフッ化されればよいが、ここでは工程を簡便化するために、図3に示すように、処理チャンバ100内に複数のキャップ55をまとめて入れて、フッ化水素(HF)ガスと水蒸気(H₂O)との混合ガス101を供給し、一括してキャップ55の表面全体にフッ素(F)を添加処理している。ここで、フッ化処理について説明すると、キャップ55がHFガスとH₂Oとの混合ガス101にさらされると、HFとH₂Oとがキャップ55の表面において次式(1)の反応を生じる。



そして、フッ素イオン(F⁻)がキャップ55と反応し、キャップ55の表面がフッ化される。キャップ55の表面が自然酸化膜によって覆われている場合、この酸化膜の酸素(O₂)とF⁻との置換反応が生じて表面がフッ化され、またはFとO₂の混合した組成を有する表面が形成される。

【0055】次に、図4に示すように、フッ化処理されたキャップ55と、圧電振動素子54をマウントしたベース51とを組合わせて真空引き可能なチャンバ内にセットし、チャンバ内を真空引きするとともに、金属外環52の外周面にメッキされている軟金属層57の融点以下に加熱し、さらにキャップ55とベース51との接合部に電界を作用させる。その後、チャンバ内のプレス機によってキャップ55とベース51とを圧入する。このとき、先述した圧入代によってベース51の金属外環52がキャップ55の締め付け応力によって加圧され、ベース51とキャップ55とが加圧接触し、ベース51とキャップ55とが接合されて、圧電振動素子54が気密

に封止される。以上により、図1に示すような圧電振動子50Aが完成する。

【0056】尚、上述した製造方法においては、封止の際に加熱しているが、接合部を加熱すると接合の際の反応を促進でき、短時間で接合が可能であるとともに、接合強度を高めることができるからである。従って、加工時間が短くて済むので、量産性が向上し、コストが安価になる。加えて、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。さらに、半田の融点以下で加熱を行っているので、半田が溶融することがなく、半田からのガス放出がない。よって、容器内部にガスが残留しないので、周波数が変化したり、インピーダンスが過大となることがなく、品質や信頼性が向上する。

【0057】また、圧入代を設定することにより封止の際に接合部を加圧しているが、加圧して接合することにより密着性が向上して、接合強度を更に大きくすることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。また、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップもない。

【0058】そして、封止の際に真空にしているが、接合部の酸化が防止でき、接合強度を高めることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。また、容器内部を必ずしも真空とする必要がない圧電振動素子を有する圧電振動子の場合、チャンバ内に不活性ガス、例えば窒素(N₂)を大気圧または大気圧近傍の圧力下で充填して封止するようにしてもよく、その場合は真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備を必要としないので、コストを低減させることができる。

【0059】また、封止の際に電界を作用させているが、接合部にイオンとして存在しているフッ素が電界によって強制的に移動させられるため、接合強度の向上を図ることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。

【0060】図5(a)は、本発明の圧電振動子の別の実施形態を示す断面側面図、同図(b)は、その底面図であり、図1の圧電振動子の実施形態と同一構成箇所は同一番号を付して説明を省略する。

【0061】この圧電振動子60Aは、ベース61とキャップ65とで形成される容器60a内に矩形薄板状のATカット水晶振動素子である圧電振動素子64が封入されている。封止前のキャップ65の内周形状およびベース61の外周形状は、図6に示すように略楕円形であり、圧入代は長軸部分が最小(g)、短軸部分が最大(h)で、長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定されている。そして、キャップの内周形状およびベースの外周形状は、各々長軸、短軸に対して線対称である。この略楕円は、第1の曲率半径(R1、R3)を有する大円弧と、第1の曲率半径より小さい曲率半径(R2、R4)を有する小円弧とからなり、大円弧および小

円弧は各々2個であって大円弧と小円弧が交互に配置されており、大円弧と小円弧の接続点(S1、S2)において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致(M1、M2)した形状である。

【0062】このように略楕円形とすることにより、図7の破線で示す楕円形の場合に比較して、容器60aの内部の厚み方向のスペースがより大きく($b > a$)確保でき、例えば圧電振動素子64の長さが長い場合においては、圧電振動素子64を破損しにくくすることができ、有効である。つまり、封止時にキャップ65を被せる際の、マウント精度の厚み方向のバラツキによる破損をしにくく、また封止後の製品の落下時に圧電振動素子64がたわんで、キャップ65内壁への衝突による破損をしにくくすることができる。従って、封止の際の組み立てが容易であり、歩留まりが良くなり、かつ品質の良い圧電振動子を得られる。そして、圧入代を長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定したので、封止時に短軸側も密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、本実施形態のように断面が略楕円型であっても、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い、薄型の圧電振動子60Aを得ることができる。そして、内蔵する圧電振動素子64は従来のサイズのものがそのまま使用でき、加工コストもアップしない。

【0063】このような構成において、その製造方法を説明する。

【0064】図1に示す圧電振動子50Aと同様の工程で、フッ化処理したキャップ65と、圧電振動素子64をマウントしたベース61とを組合わせて圧入する。このとき、先述した圧入代によってベース61の金属外環62がキャップ65の締め付け応力によって加圧され、

ベース61とキャップ65とが加圧接触し、ベース61とキャップ65とが接合されて、圧電振動素子64が気密に封止される。以上により、図5に示すような圧電振動子60Aが完成する。

【0065】以上の各実施形態では、ハロゲン化処理としてHFガスを用いてフッ化処理をする場合について説明したが、フッ酸を塗布したり、フッ酸に浸漬してフッ化処理を行っても良い。また、ハロゲンとしてはフッ素に限らず、接合する相手の相性や表面状態により、塩素やヨウ素、臭素であってもよい。

【0066】また、接合部の軟金属層が半田メッキである場合について説明したが、軟金属層としてインジウムまたはインジウム合金(例えば50Sn/50In、融点 $117^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$)を用いても同様の効果が得られると共に、鉛レスによる鉛汚染を防止することができる。また、これらの軟金属層は、特に形成しなくてもよく、その場合は金属汚染を防止することができる。

【0067】そして、封止時における接合部への加圧は圧入代によって行われる場合について説明したが、例えば、かしめ等による加圧手段を用いてもよい。

【0068】さらに、不活性ガスとして N_2 ガスを用いた場合について説明したが、不活性ガスはヘリウムやネオン、あるいはアルゴンなどの希ガスであってもよい。

【0069】

【実施例】上述した各実施形態の圧電振動子と従来の圧電振動子とを製造して、それらの封止性能について調べた。

【0070】図1に示す圧電振動子50Aおよび図5に示す圧電振動子60Aを以下の各種条件で製造した。

【0071】

容器50a、60a

ベース51、61の金属外環52、62の材料：コパル

ベース51、61の長軸長さおよび短軸長さ：約1.8mmと約0.8mm
約2.6mmと約1.1mm

ベース51、61の長軸-短軸の片側圧入代：

0.005mm-0.01mm

0.010mm-0.06mm

0.015mm-0.04mm

ベース51、61の金属外環52、62の軟金属層57の材料：

共晶半田(Sn：63%、Pb：37%、融点： 183°C)

高融点半田(Pb：90%~95%、残：Sn、融点： 280°C

$\sim 310^{\circ}\text{C}$)

キャップ55、65の材料：洋白

キャップ55、65の厚さ：0.1mm~0.15mm

キャップ55、65のメッキ層56の材料：Ni

キャップ55、65のメッキ層56の厚さ：2 μm ~10 μm

ハロゲン化条件

混合ガス101の成分：フッ化水素(HF)ガスと水蒸気(H_2O) (HFガス濃度：1%、湿度：20%)

ハロゲン化時間：1分間

封止条件

図1の圧電振動子50Aの場合のチャンバ内の真空度: 5×10^{-5} Torr

図5の圧電振動子60Aの場合のチャンバ内の雰囲気: N_2

チャンバ内の加熱温度: 軟金属層57が共晶半田のときは $150^\circ C$

軟金属層57が高融点半田のときは $220^\circ C$

チャンバ内の加熱時間: 45分

10分

以上の各種条件で製造した圧電振動子50A、60Aと従来の圧電振動子をグロスリークおよびファインリークによりリーク検査した。グロスリークは、圧電振動子を $125^\circ C$ に加熱したパーフルオロカーボン液中に浸し、圧電振動子からの気泡の漏れの有無によりリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより $1 \times 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{cc/sec}$ 以下であることが保証される。また、ファインリークは、圧電振動子をヘリウム(He)雰囲気中の加圧下に置き、その後圧電振動子を減圧下に置き、圧電振動子からのHeの有無をHe検出装置(質量分析装置)により調べてリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより $1 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot \text{cc/sec}$ 以下であることが保証される。

【0072】この結果、単なる楕円圧入方式の圧電振動子は、約20%がグロスリークにパスせず、残りの約40%がファインリークにパスしなかったが、各種条件で製造した圧電振動子50A、60Aは、全数が上記リーク検査にパスした。

【0073】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になり、封止性が向上する。従って、圧電振動子の信頼性や品質が向上するという効果を有する。また、ハロゲン化処理の工程も簡便であり、封止工程は従来と同一であるため、製造も容易で量産性が良いという効果も有する。更に、従来の部品および設備がそのまま使用できるので、コストアップもしないという効果も有する。

【0074】請求項2記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けて接合することにより、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、容易に接合が可能になるという効果を有する。

【0075】請求項3記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部の軟金属層を半田またはインジウムまたはインジウム合金にし、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、容易に接合が可能になるという効果を有する。加えて、軟金属に鉛を含有しないインジウムまたはインジウム合金を用いれ

ば、鉛レスとすることができ、鉛汚染を防止するという効果も有する。

【0076】請求項4記載の発明によれば、キャップと接触する部分において、長手軸に直交する断面の外周形状が楕円または略楕円の柱形状であるベース、または、ベースと接触する部分において、長手軸に直交する断面の内周形状がベースの断面の外周形状より小さい楕円または略楕円であり、一端が閉ざされ他端が開放されている筒形状であるキャップの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い、薄型の圧電振動子を得ることができるという効果を有する。そして、内蔵する圧電振動素子は従来のサイズのものがそのまま使用できるので、圧電振動素子の加工コストもアップしない。従って、安価な圧電振動子を得ることができるという効果も有する。

【0077】請求項5記載の発明によれば、キャップの内周形状およびベースの外周形状は楕円であり、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップしないという効果を有する。そして、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、良好な封止性、信頼性を有する、安価で品質の良い、薄型の圧電振動子を得られるという効果を有する。

【0078】請求項6記載の発明によれば、キャップの内周形状およびベースの外周形状は略楕円であり、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧とからなり、前記大円弧および小円弧は各々2個であって前記大円弧と小円弧が交互に配置されており、前記大円弧と前記小円弧の接線点において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致し、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップしないという効果を有する。そして、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。更に、内部スペースが厚み方向に大きいので、封止時にキャップを被せる際に圧電振動素子が破損しにく

く、従って歩留まりが向上する。また、落下時に圧電振動素子のキャップ内壁への衝突による破損をしにくくすることができ、よって品質が向上する。従って、良好な封止性、信頼性を有する、安価で品質の良い、薄型の圧電振動子を得ることができるという効果を有する。

【0079】請求項7記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実に成り、封止性が向上する。従って、容器の信頼性や品質が向上するという効果を有する。

【0080】請求項8記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実に成り、封止性が向上する。従って、圧電振動子の信頼性や品質が向上するという効果を有する。また、ハロゲン化処理の工程も簡便であり、封止工程は従来と同一であるため、製造も容易で量産性が良いという効果も有する。更に、従来の部品および設備がそのまま使用できるので、コストアップもしないという効果も有する。

【0081】請求項9記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、キャップおよびベースの融点以下に加熱して接合することにより、接合の際の反応を促進でき短時間で接合が可能になるとともに、接合強度を高めることができる。従って、加工時間が短くて済むので、量産性が向上し、コストが安価になるという効果を有する。加えて、封止性が向上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0082】請求項10記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けるとともに、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくとも接合部を軟金属層の融点以下に加熱して接合することにより、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、容易に接合が可能になるという効果を有する。更に、軟金属層の融点以下で加熱したので、軟金属層が溶融することがなく、軟金属層からのガス放出がない。よって、容器内部にガスが残留しないので、周波数が変化したり、インピーダンスが過大となることがない。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。請求項11記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部を加圧して接合することにより、密着性が向上して接合強度を大きくすることができる。従って、封止性が向

上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0083】請求項12記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、不活性ガスの雰囲気中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度の向上が図れるので、封止性が向上する。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0084】請求項13記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、大気圧またはその近傍の圧力下において接合することにより、真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備を必要とせず、コストを低減させることができる。従って、安価な圧電振動子を得られるという効果を有する。

【0085】請求項14記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、真空中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上し、封止性が向上する。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0086】請求項15記載の発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部に電界を作用させて接合することにより、接合部にイオンとして存在しているハロゲンが電界によって強制的に移動させられるため、接合強度の向上を図ることができる。従って、封止性が向上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の圧電振動子の実施形態を示す構造図。(a)は、断面側面図。(b)は、底面図。

【図2】 図1の圧電振動子のベース外周形状とキャップ内周形状および圧入代の説明図。

【図3】 図1の圧電振動子に係るハロゲン化処理の一例を示す図。

【図4】 図1の圧電振動子の封止前を示す断面図。

(a)は、正面断面図。(b)は、側面断面図。

【図5】 本発明の圧電振動子の別の実施形態を示す構造図。(a)は、断面側面図。(b)は、底面図。

【図6】 図5の圧電振動子のベース外周形状とキャップ内周形状および圧入代の説明図。

【図7】 図1の圧電振動子と図5の圧電振動子の内部スペースを比較した断面図。

【図8】 従来の圧電振動子の封止前を示す断面図。

(a)は、断面側面図。(b)は、A-A矢視図。

【図9】 図8の圧電振動子の封止後を示す断面図。

(a)は、断面側面図。(b)は、A-A矢視図。

【図10】 図8の圧電振動子の基板実装状態を示す図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図11】 従来の別の圧電振動子を示す構造図。

(a)は、側面図。(b)は、底面図。

【図12】 従来のさらに別の圧電振動子を示す構造図。(a)は、側面図。(b)は、底面図。

【図13】 図11の圧電振動子の基板実装状態を示す図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図14】 図12の圧電振動子の基板実装状態を示す図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図1.5】 従来の別の圧電振動子を示す構造図。

(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図16】 従来のさらに別の圧電振動子を示す構造図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図17】 図11の圧電振動子のベースが受ける応力分布状態図。

【符号の説明】

50A、60A 圧電振動子

50a、60a 容器

51、61 ベース

52 金屬外環

53 リード

53a インナーリード

54、64 圧電振動素子

55、65 キヤップ°

56 金屬層

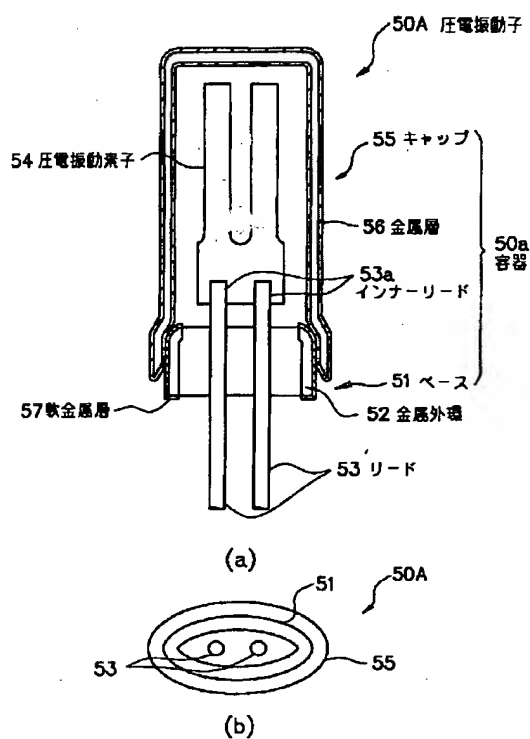
57 軟金屬層

9 プリント回路基板

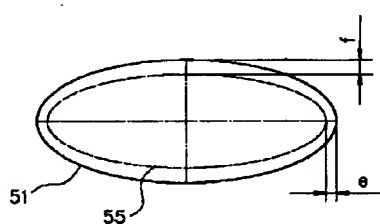
100 ハロゲン化処理チャンバ

101 混合ガス

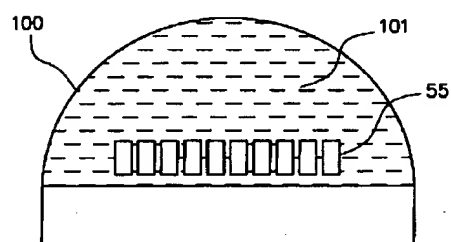
【図 1】



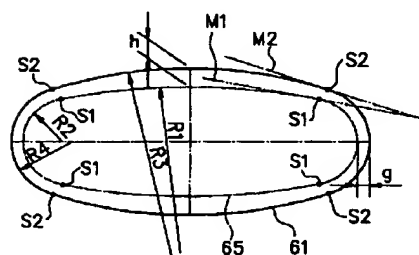
【图2】



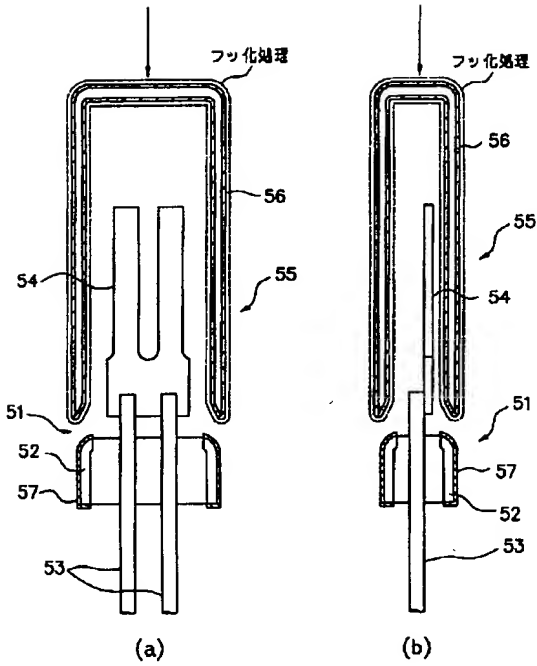
【图3】



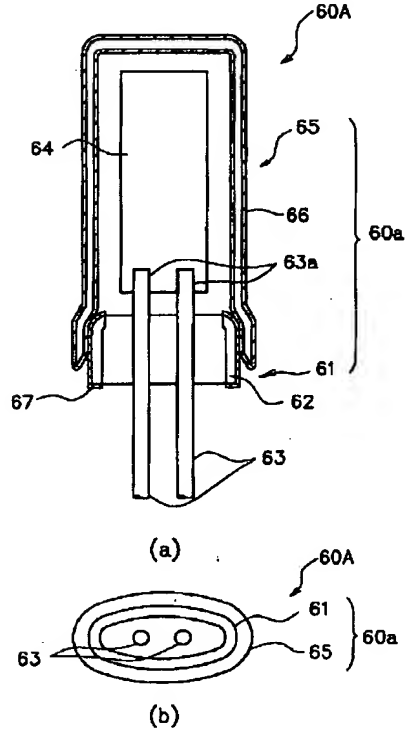
【図6】



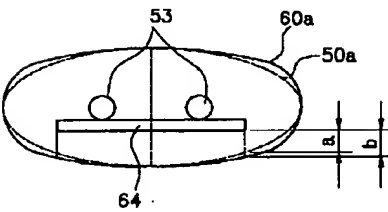
【図4】



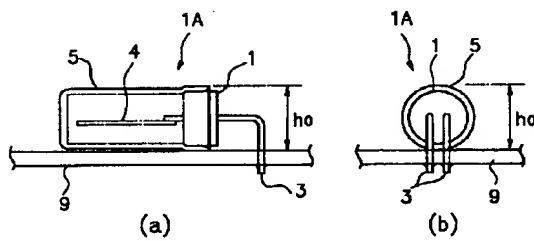
【図5】



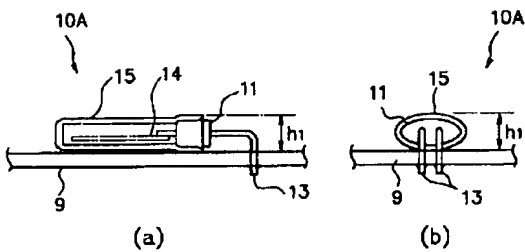
【図7】



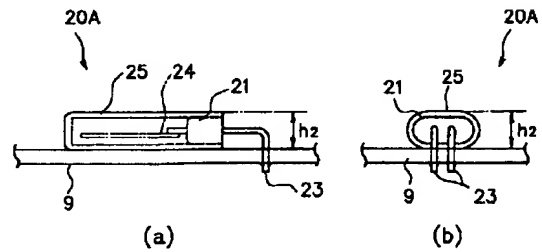
【図10】



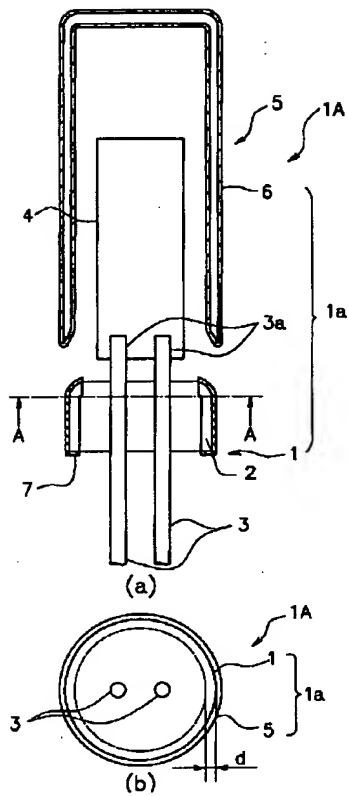
【図13】



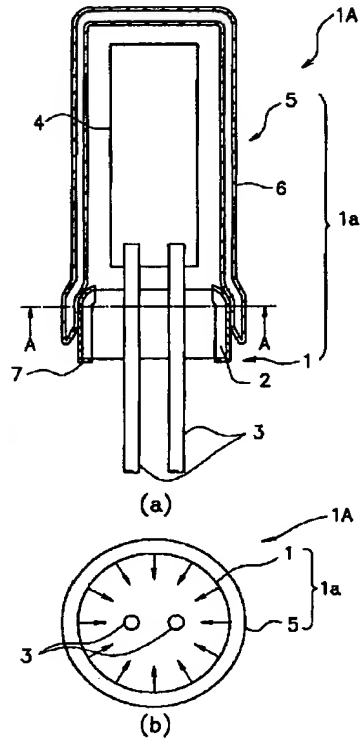
【図14】



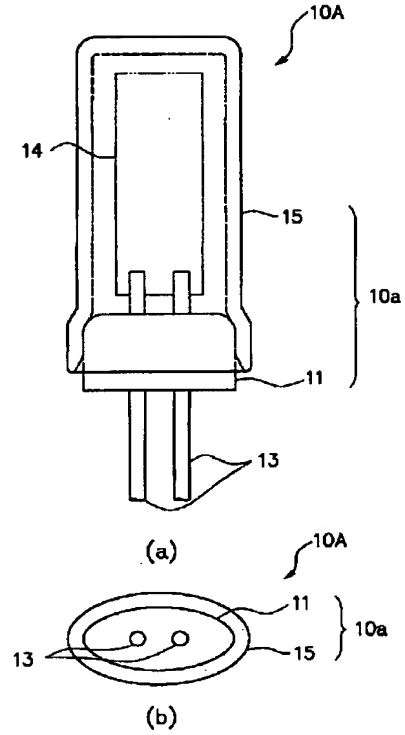
【図8】



【図9】

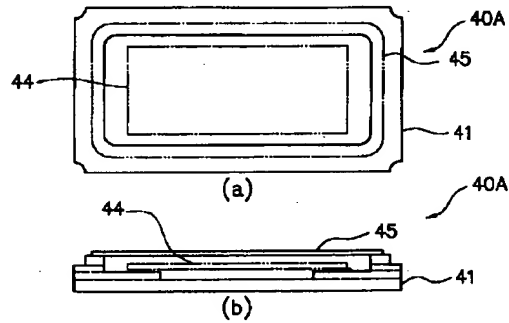
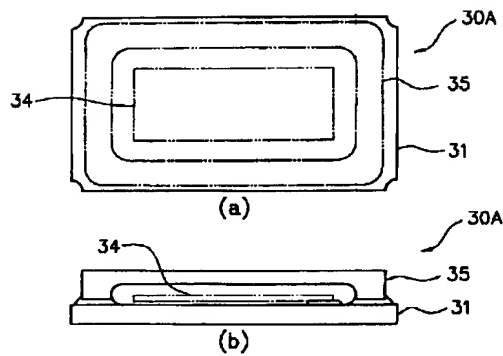


【図11】

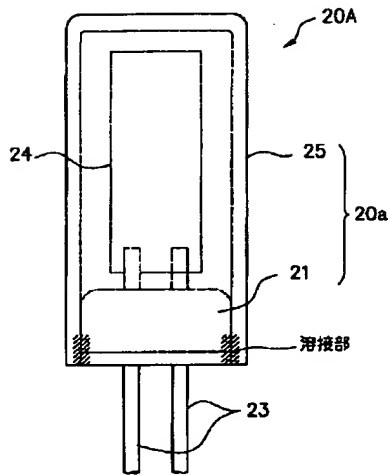


【図16】

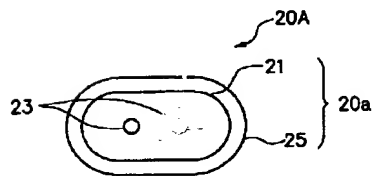
【図15】



【図12】

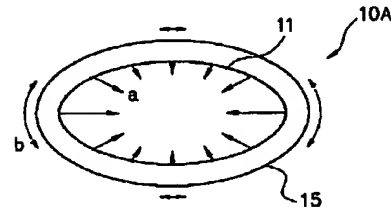


(a)



(b)

【図17】



【手続補正書】

【提出日】平成11年5月7日(1999.5.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】この圧電振動子50Aは、ベース51とキャップ55とで形成される容器50a内に音叉形の水晶振動素子である圧電振動素子54が封入されている。ベース51の金属外環52には、一対のリード53が例えばガラスなどの絶縁材を介して気密性を保って貫通保持されている。ベース51の金属外環52とリード53の材料としては、例えば主な組成が鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)で成る合金であるコバルが用いられる。金属外環52とリード53との間の気密を保つガラスの材料としては、熱膨張係数が約 $4 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とコバルに近い例えばコバルガラスが用いられる。そして、一対のリード53のインナーリード53aには、圧電振動素子54が例えば半

田、あるいは導電性接着剤などによりマウントされており、圧電振動素子54の表面に設けられた図示しない電極と一対のリード53とが機械的に固定され、かつ電気的に接続されている。そして、圧電振動素子54がキャップ55内に収納され、キャップ55の開放端部の内周部とベース51の金属外環52の外周部とが接合されている。キャップ55の材料としては、例えば主な組成が銅(Cu)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)で成る合金である洋白が用いられる。ここで、封止前のキャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、図2に示すように楕円形であり、圧入代は長軸部分が最小(e)、短軸部分が最大(f)で、長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定されている。そして、キャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、各々長軸、短軸に対して線対称である。これにより、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、小型薄型であり、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い圧電振動子50Aとすることができる。そして、内蔵する圧電振動素子54は従

来のサイズのものがそのまま使用できるので、圧電振動素子54の加工コストもアップしない圧電振動子50Aとすることができる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】

容器50a、60a

ベース51、61の金属外環52、62の材料：コパール

ベース51、61の長軸長さおよび短軸長さ：約1.8mmと約0.8mm
約2.6mmと約1.1mm

ベース51、61の長軸-短軸の片側圧入代：

0.005mm-0.01mm

0.010mm-0.06mm

0.015mm-0.04mm

ベース51、61の金属外環52、62の軟金属層57の材料：

共晶半田 (Sn: 63%、Pb: 37%、融点: 183°C)

高融点半田 (Pb: 90%~95%、残: Sn、融点: 280°C~310°C)

C~310°C)

キャップ55、65の材料：洋白

キャップ55、65の板厚：0.1mm~0.15mm

キャップ55、65のメッキ層56の材料：Ni

キャップ55、65のメッキ層56の厚さ：2μm~10μm

ハロゲン化条件

混合ガス101の成分：フッ化水素 (HF) ガスと水蒸気 (H₂O) (HFガス濃度：1%、湿度：20%)

ハロゲン化時間：1分間

封止条件

図1の圧電振動子50Aの場合のチャンバ内の真空度：5×10⁻⁵Torr

図5の圧電振動子60Aの場合のチャンバ内の雰囲気：N₂

チャンバ内の加熱温度：軟金属層57が共晶半田のときは150°C

軟金属層57が高融点半田のときは220°C

チャンバ内の加熱時間：45分

10分

以上の各種条件で製造した圧電振動子50A、60Aと従来の圧電振動子をグロスリークおよびファインリークによりリーク検査した。グロスリークは、圧電振動子を125°Cに加熱したパーフルオロカーボン液中に浸し、圧電振動子からの気泡の漏れの有無によりリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより1×10⁻⁵atm・cc/sec以下であることが保証される。また、ファインリークは、圧電振動子をヘリウム (He) 雰囲気中の加圧下に置き、その後に圧電振動子を減圧下に置き、圧電振動子からのHeの有無をHe検出装置 (質量分析装置) により調べてリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより1×10⁻⁹atm・cc/sec以下であることが保証される。

【手続補正3】

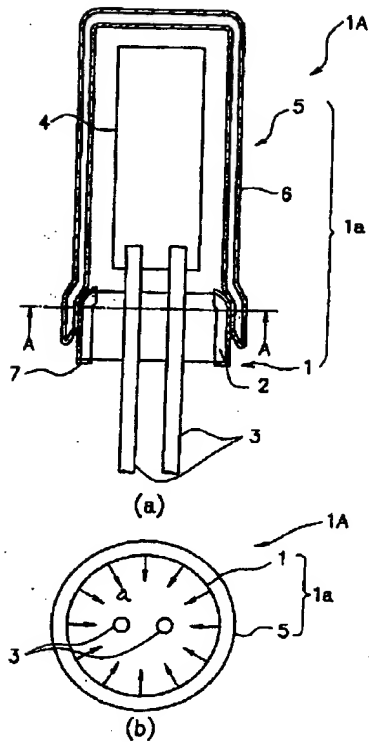
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成11年8月30日(1999. 8. 30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】圧電振動子、圧電振動素子封止用容器および圧電振動素子封止方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理され、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されていることを特徴とする圧電振動子。

動子。

【請求項2】 圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、軟金属層でメッキ処理され、ハロゲン化処理され、前記軟金属層の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項3】 前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である請求項2に記載の圧電振動子。

【請求項4】 前記ベースの前記キャップとの接触部分の長手軸に直交する断面の外周形状が、楕円または略楕円であり、前記キャップの前記ベースとの接触部分の長手軸に直交する断面の内周形状が、前記ベースの断面外周形状より小さい楕円または略楕円である請求項1～3のいずれかに記載の圧電振動子。

【請求項5】 前記接触部分の圧入代が、前記楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、前記長軸

部分から前記短軸部分にかけて単調に増加している請求項4に記載の圧電振動子。

【請求項6】 前記略楕円は、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧が、交互にそれぞれ2個ずつ配置され、かつ前記大円弧と前記小円弧の接点における大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致するように接続された形状であり、前記接触部分の圧入代が、前記略楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、長軸部分から短軸部分にかけて単調に増加している請求項4に記載の圧電振動子。

【請求項7】 圧電振動素子が固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止するための圧電振動素子封止用容器において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理され、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されることを特徴とする圧電振動素子封止用容器。

【請求項8】 柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部を、ハロゲン化処理し、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とを結合させることにより、前記ベースと前記キャップを接合することを特徴とする圧電振動素子封止方法。

【請求項9】 柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、軟金属層を、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部にメッキ処理し、少なくとも前記接合部を、ハロゲン化処理し、前記軟金属層の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とを結合させることにより、前記ベースと前記キャップを接合することを特徴とする圧電振動素子封止方法。

【請求項10】 前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である請求項9に記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項11】 前記ハロゲン化処理が、フッ化処理で

ある請求項8～10のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項12】 前記フッ化処理は、フッ化水素ガスを用いて行われる請求項11に記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項13】 少なくとも前記接合部を加圧して前記接合を行う請求項8～12のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項14】 不活性ガスの雰囲気中で前記接合を行う請求項8～13のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項15】 大気圧またはその近傍の圧力下において前記接合を行う請求項8～14のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項16】 真空中で前記接合を行う請求項8～13のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【請求項17】 少なくとも前記接合部に電界を作用させて前記接合を行う請求項8～16のいずれかに記載の圧電振動素子封止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電振動素子を内蔵した圧電振動子、圧電振動素子を封止するのに用いる容器および圧電振動素子を封止する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子は、圧電振動素子と、圧電振動素子を保持するベースおよびベースに被せるキャップで成る容器等とから構成され、ベースとキャップとの封止の方式の違いにより圧入封止形、溶接封止形、あるいはガラスやろう材などのシール材を介して融着接合したもの等が公知である。

【0003】圧入封止形の圧電振動子は、圧電振動素子をマウントしたベースとキャップとを組合わせて圧入するだけで容器内部の気密性が保持できるため、封止が簡便であり、また圧電振動素子をマウントしたベースとキャップとを治具の上下にマトリクス状に複数セットしてプレスすることによって一度に多数個封止できるため、加工時間が短時間となって量産性が非常に高くなり、生産コストが安価となる。しかも、例えば絞り加工によって作られる主に金属製のキャップやベースは、部品コストが安価である。このように圧入封止形の圧電振動子は、複数の長所を有しているため、現在広く用いられている。

【0004】図8(a)は、従来の圧入封止形の圧電振動子の一例を示す分解断面側面図、同図(b)は、そのA-A矢視図であり、図9(a)は、図8の圧電振動子の組立断面側面図、同図(b)は、そのA-A矢視図である。図8(a)に示すように、この圧電振動子1Aの容器1aを構成するベース1の金属外環2には、一對の

リード3が例えばガラスなどの絶縁材を介して気密性を保って貫通保持されている。そして、一対のリード3のインナーリード3aには、圧電振動素子4がマウントされており、圧電振動素子4の表面に設けられた図示しない電極と一対のリード3とが機械的に固定され、かつ電氣的に接続されている。また、容器1aを構成する例えば銅(Cu)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)合金である洋白から成るキャップ5には、例えばNiで成る金属層6がメッキ形成されている。さらに、ベース1の金属外環2の外周面あるいはキャップ5の内周面(この例ではベース1の金属外環2の外周面)には、例えば半田で成る軟金属層7がメッキ形成されている。そして、図8(b)に示すように、キャップ5の内周形状(同図破線)は、ベース1の外周形状より若干小さく形成されており、キャップ5の内周とベース1の外周とのギャップ分dが所謂圧入代となっている。

【0005】このような構成において、ベース1にキャップ5を押し込むと、図9(a)に示すように、圧入代dの分だけキャップ5が外側に押し広げられるので、図9(b)に示すように、ベース1はキャップ5のバネ性による図示矢印aで示す内側方向に働く応力により締め付けられる。そして、この締め付け応力により、軟金属層7は潰されてベース1とキャップ5との間の微細な隙間を埋めるので、ベース1とキャップ5との間が密封され、圧電振動素子4が気密に封止される。このようにして作成された圧電振動子1Aは、図10に示すようにしてプリント回路基板9に実装される。

【0006】ここで、圧入封止形の圧電振動子1Aの容器1aの断面形状は従来より円形であるが、これはキャップ5やベース1といった部品を簡易に精度良く作成することができるからである。また、圧入代を全周にわたって一定にとれば、図9(b)に示すように、圧入により発生する応力分布が全周にわたり均一となり、封止性を安定させることができ、さらに圧入代の設定も容易となるからである。

【0007】ところで、近年、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)や携帯用のコンピュータ等の情報機器において、あるいは携帯電話や自動車電話等の移動通信機器において小型薄型化がめざましく、それらの電子機器に用いられる圧電振動子も小型薄型化が要求されている。上述した断面が円形の圧入封止形の圧電振動子1Aは、量産性やコストに大きな利点を有しているが、容器1aの直径が約φ3mmと大型で図10に示すプリント回路基板9の表面からの実装高さh0が高くなるため、小型薄型の電子機器への搭載が非常に困難になっている。

【0008】この小型薄型化の要求に対応した形態の圧電振動子の容器としては、内蔵する圧電振動素子をシュリンクして、容器の直径を小さくしたものが提案されている。従来の圧電振動素子の幅寸法は1.8mm~2.

0mmであるため、容器の直径は約φ3mmと大きい。が、圧電振動素子の幅寸法を0.5mm~0.7mmとすると、容器の直径を約φ1.5mmまで小さくすることができる。しかしながら、水晶等の圧電振動素子をこのように小型化して、かつ特性を維持するためには、高精度な設計や加工技術が必要となるので、加工が困難でコストアップとなり、あまり実用的ではない。

【0009】そこで、小型薄型化の要求に対応した別の形態の圧電振動子の容器としては、断面形状を例えば図11(b)に示すような楕円形や図12(b)に示すような長円形として、圧電振動素子14、24の収納部分の容積効率を上げ、図13や図14に示すようにプリント回路基板9の表面からの実装高さh1、h2を図10に示すプリント回路基板9の表面からの実装高さh0より低くしたものが提案されている。即ち、図11に示す実開平2-55727号公報に開示されている圧電振動子10Aの容器10aは、断面が楕円形の圧入封止形容器であり、断面が楕円形のベース11と断面が楕円形のキャップ15の封止部には所定の圧入代が設けられ、ベース11にリード13を介して圧電振動素子14を保持させ、ベース11をキャップ15に圧入して封止するものである。また、図12に示す特開平3-220910号公報に開示されている圧電振動子20Aの容器20aは、断面が長円形の溶接封止形容器であり、断面が長円形のベース21にリード23を介して圧電振動素子24を保持させ、ベース21の金属外環部と断面が長円形のキャップ25の開口部側先端近傍とを例えばレーザー溶接やシーム溶接等により溶接して封止するものである。

【0010】また、小型薄型化の要求に対応したさらに別の形態の圧電振動子の容器には絶縁性基板を使用するものがあり、絶縁性基板としては主にアルミナ製のセラミックで成る矩形状箱形のものが広く用いられている。例えば図15に示すように、単板のセラミック基板をベース31とし、あるいは図16に示すように、積層してキャビティ部を形成したセラミック基板をベース41とし、図示しない金属厚膜の導電パターンをベース31上に形成し、あるいはベース41のキャビティ内から裏面まで伸びた形で形成する。そして、ベース31上、あるいはベース41のキャビティ内の所定の位置に圧電振動素子34、44をマウントし、ガラスやろう材等のシール材を介して金属製またはセラミック製のキャップ35を被せ、シール材を加熱、融着させてベース31とキャップ35とを接合して封止し、あるいは金属製のキャップ45を被せてベース41とキャップ45とを例えばシーム溶接や電子ビーム溶接等により溶接して封止した圧電振動子30A、40Aがある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述した断面を楕円形や長円形などの偏平形状に形成した容器10a、20aを有する圧電振動子10A、20Aによれば、基板実装

高さ h_1 、 h_2 を低くでき、かつ内蔵する圧電振動素子14、24のサイズを変更することなくそのまま使用できるので、従来のコストで圧電振動素子14、24を製造することができるという利点を有している。

【0012】しかしながら、断面が楕円形の圧入封止形の圧電振動子10Aの圧入による締め付け応力の分布は、図17の実線矢印aで示すように、短軸側が小さくなるため短軸側で気密漏れが発生する場合があります、また長軸側が過大になるためベース11の絶縁ガラスにクラックが入って気密漏れが発生する可能性があるという不具合がある。また、圧入によるキャップ15に働く引張応力は、同図の破線矢印bで示すように、長軸側が過大になるためキャップ15が破断して気密漏れが発生する可能性があるという不具合がある。そして、気密漏れが発生すると、吸湿や酸化により内部の圧電振動素子14が劣化し、周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという問題が生じる。また、応力分布が周位置で均一ではないため、圧入代の設定は非常に難しく、気密漏れを発生させずに圧入のみで封止を完成させることは困難であった。

【0013】一方、断面が長円形の溶接封止形の圧電振動子20Aは、溶接により封止を完成するので気密漏れは発生しないが、封止時にベース21とキャップ25を組合せた後、1個ずつ回転させて全周を溶接しなければならないため、加工時間が長く量産性に劣るという問題がある。また、溶接を行うための設備は非常に高価であり、コストを安価に抑えられないという問題もある。また、溶接時に溶融した金属から放出されたガスが容器20aの内部に残留し、そのガスにより圧電振動素子24の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0014】また、セラミック製の絶縁性基板を用いたシール材の融着接合封止形、あるいは溶接封止形の圧電振動子30A、40Aは、基板実装高さを低くできるが、セラミック製の絶縁性基板のコストが、先述した断面が円形、楕円形の圧入封止形や、断面が長円形の溶接封止形の圧電振動子1A、10A、20Aに使用される筒状金属製のベース1、11、21やキャップ5、15、25のコストに比較して高価であるという問題がある。

【0015】また、シール材の融着接合封止形の圧電振動子30Aは、シール材を約300°C以上に加熱して融着させるため、容器内に収納されている圧電振動素子34も加熱されて周波数が変化してしまうという不具合がある。さらに、シール材の加熱時にシール材から放出されたガスが容器内部に残留し、そのガスにより圧電振動素子34の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0016】溶接封止形の圧電振動子40Aは、シールリングと呼ばれる金属製の接合部材をろう付けにより、

あるいはメタライジングと呼ばれる金属厚膜をスクリーン印刷、焼成することにより、例えばベース41側にあらかじめ取り付けしておく必要があるため、部品コストは更に高価となる。そして、封止時の溶接の加工時間が長く、高価な設備も必要であるという問題もある。また、溶接時に溶融した金属から放出されたガスが容器内部に残留し、そのガスにより圧電振動素子44の周波数が変化したり、インピーダンスが高くなってしまうという不具合もある。

【0017】本発明の目的は、上記課題を解消して、小型薄型であっても信頼性や品質に優れ、製造も容易であり、コストも安価である圧電振動素子を内蔵した圧電振動子、圧電振動素子を封止するのに用いる容器および圧電振動素子を封止する方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理され、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されていることを特徴とする圧電振動子である。

【0019】この請求項1の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させてキャップおよびベースの融点以下にて接合し気密に封止することにより、キャップやベースが溶融することなく、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0020】請求項2の発明は、圧電振動素子と、前記圧電振動素子がマウントされるリードと、前記リードが固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止した圧電振動子において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、軟金属層でメッキ処理され、ハロゲン化処理され、前記軟金属層の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されていることを特徴とする圧電振動子である。

【0021】この請求項2の発明では、請求項1の作用に加え、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けて接合することによ

り、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので封止が確実になる。

【0022】請求項3の発明は、請求項2記載の構成において、前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である圧電振動子である。

【0023】この請求項3の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部の軟金属層を半田またはインジウムまたはインジウム合金にし、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、接合が容易になる。

【0024】請求項4の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の構成において、前記ベースの前記キャップとの接触部分の長手軸に直交する断面の外周形状が、楕円または略楕円であり、前記キャップの前記ベースとの接触部分の長手軸に直交する断面の内周形状が、前記ベースの断面外周形状より小さい楕円または略楕円である圧電振動子である。

【0025】この請求項4の発明では、キャップと接触する部分において、長手軸に直交する断面の外周形状が楕円または略楕円の柱形状であるベース、または、ベースと接触する部分において、長手軸に直交する断面の内周形状がベースの断面の外周形状より小さい楕円または略楕円であり、一端が閉ざされ他端が開放されている筒形状であるキャップの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、封止性、信頼性が高まる。

【0026】請求項5の発明は、請求項4に記載の構成において、前記接触部分の圧入代が、前記楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、前記長軸部分から前記短軸部分にかけて単調に増加している圧電振動子である。

【0027】この請求項5の発明では、キャップの内周形状およびベースの外周形状は楕円であり、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、製造が容易になる。

【0028】請求項6の発明は、請求項4に記載の構成において、前記略楕円は、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧が、交互にそれぞれ2個ずつ配置され、かつ前記大円弧と前記小円弧の接続点における大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致するように接続された形状であり、前記接触部分の圧入代が、前記略楕円の長軸部分が最小であり、短軸部分が最大であり、長軸部分から短軸部分にかけて単調に増加している圧電振動子である。

【0029】この請求項6の発明では、キャップの内周形状およびベースの外周形状は略楕円であり、第1の曲

率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧とからなり、前記大円弧および小円弧は各々2個であって前記大円弧と小円弧が交互に配置されており、前記大円弧と前記小円弧の接続点において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致し、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、製造が容易になる。

【0030】請求項7の発明は、圧電振動素子が固定される柱状のベースと、一端が開放され、他端が閉塞されており、内部に前記圧電振動素子が収納されて前記開放端に前記ベースが接合される筒状のキャップとを備え、前記圧電振動素子を気密に封止するための圧電振動素子封止用容器において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部が、ハロゲン化処理され、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とが結合されることにより、前記ベースと前記キャップが接合されることを特徴とする圧電振動素子封止用容器である。

【0031】この請求項7の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させてキャップおよびベースの融点以下にて接合し気密に封止することにより、キャップやベースが溶融することなく、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0032】請求項8の発明は、柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、前記ベースまたは前記キャップの少なくとも一方の少なくとも接合部を、ハロゲン化処理し、前記ベースの融点もしくは前記キャップの融点のうち低温の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とを結合させることにより、前記ベースと前記キャップを接合することを特徴とする圧電振動素子封止方法である。

【0033】この請求項8の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、両者を接触させてキャップおよびベースの融点以下にて接合し気密に封止することにより、キャップやベースが溶融することなく、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になる。

【0034】請求項9の発明は、柱状のベースに固定された圧電振動素子を、一端が開放され、他端が閉塞された筒状のキャップの内部に収納し、前記ベースを、前記開放端に接合し、前記圧電振動素子を気密に封止する方法において、軟金属層を、前記ベースまたは前記キャ

アの少なくとも一方の少なくとも接合部にメッキ処理し、少なくとも前記接合部を、ハロゲン化処理し、前記軟金属層の融点以下の温度にて、前記ベースの接合部の原子と前記キャップの接合部の原子とを結合させることにより、前記ベースと前記キャップを接合することを特徴とする圧電振動素子封止方法である。

【0035】この請求項9の発明では、請求項8の作用に加え、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けるとともに、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくとも接合部を軟金属層の融点以下にて接合することにより、キャップやベースが溶融することなく、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、接合が容易になる。

【0036】請求項10記載の発明は、請求項9に記載の構成において、前記軟金属層が、半田、インジウムまたはインジウム合金である圧電振動素子封止方法である。

【0037】この請求項10の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部の軟金属層を半田またはインジウムまたはインジウム合金にし、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、接合が容易になる。

【0038】請求項11記載の発明は、請求項8～10のいずれかに記載の構成において、前記ハロゲン化処理が、フッ化処理である圧電振動素子封止方法である。

【0039】請求項12記載の発明は、請求項11に記載の構成において、前記フッ化処理は、フッ化水素ガスを用いて行われる圧電振動素子封止方法である。

【0040】この請求項11及び12の発明では、フッ化水素ガスを用いたフッ化処理を行うようにしているので、大量の圧電振動子を一時にハロゲン化処理することができ、製造工数の低減を図ることができる。

【0041】請求項13の発明は、請求項8～12のいずれかに記載の構成において、少なくとも前記接合部を加圧して前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0042】この請求項13の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部を加圧して接合することにより、密着性が向上して接合強度が高まる。

【0043】請求項14の発明は、請求項8～13のいずれかに記載の構成において、不活性ガスの雰囲気中で前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0044】この請求項14の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、不活性ガスの雰囲気中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上す

る。

【0045】請求項15の発明は、請求項8～14のいずれかに記載の構成において、大気圧またはその近傍の圧力下において前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0046】この請求項15の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、大気圧またはその近傍の圧力下において接合することにより、真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備が不要となる。請求項16の発明は、請求項8～13のいずれかに記載の構成において、真空中で前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0047】この請求項16の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、真空中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上する。

【0048】請求項17の発明は、請求項8～16のいずれかに記載の構成において、少なくとも前記接合部に電界を作用させて前記接合を行う圧電振動素子封止方法である。

【0049】この請求項17の発明では、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部に電界を作用させて接合することにより、接合部にイオンとして存在しているハロゲンが電界によって強制的に移動させられるため、接合強度が高まる。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0051】図1(a)は、本発明の圧電振動子の実施形態を示す断面側面図、同図(b)は、その底面図である。

【0052】この圧電振動子50Aは、ベース51とキャップ55とで形成される容器50a内に音叉形の水晶体振動素子である圧電振動素子54が封入されている。ベース51の金属外環52には、一対のリード53が例えばガラスなどの絶縁材を介して気密性を保って貫通保持されている。ベース51の金属外環52とリード53の材料としては、例えば主な組成が鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)で成る合金であるコバルが用いられる。金属外環52とリード53との間の気密を保つガラスの材料としては、熱膨張係数が約 $4 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$ とコバルに近い例えばコバルガラスが用いられる。そして、一対のリード53のインターリード53aには、圧電振動素子54が例えば半田、あるいは導電性接着剤などによりマウントされており、圧電振動素子54の表面に設けられた図示しない電極と一対のリード53とが機械的に固定され、かつ電気的に接続されている。そして、圧電振動素子54がキャップ55内に収納され、キャップ55の開放端部の内周

部とベース51の金属外環52の外周部とが接合されている。キャップ55の材料としては、例えば主な組成がCu、Ni、Znで成る合金である洋白が用いられる。

ここで、封止前のキャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、図2に示すように楕円形であり、圧入代は長軸部分が最小(e)、短軸部分が最大(f)で、長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定されている。そして、キャップ55の内周形状およびベース51の外周形状は、各々長軸、短軸に対して線対称である。これにより、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、小型薄型であり、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い圧電振動子50Aとすることができる。そして、内蔵する圧電振動素子54は従来のサイズのものがそのまま使用できるので、圧電振動素子54の加工コストもアップしない圧電振動子50Aとすることができる。

【0053】そして、金属外環52の外周面には、キャップ55との接合のために半田で成る軟金属層57がメッキ形成されている。このようにベース51の金属外環52の外周面上の接合部分に半田をメッキすることにより、ベース51の外周面およびキャップ55の内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、ベース51とキャップ55との接合が容易になり、容器50aの封止性が向上し、圧電振動子50Aの品質や信頼性が向上する。尚、軟金属層57は、キャップ55の内周面に形成してもよく、少なくともいずれか一方の接合部に形成されていればよい。

【0054】そして、キャップ55の表面全体には、Niで成る金属層56がメッキ形成され、さらにベース51との接合のためにハロゲン化処理されている。尚、ハロゲン化処理は、ベース51の表面全体に施してもよく、少なくともいずれか一方の接合部が処理されていればよい。ここで、ハロゲン化処理によるベース51とキャップ55との接合メカニズムについて説明すると、キャップ55の表面部のハロゲンと結合している原子が、ベース51と接触することによりハロゲンとの結合が切れ、ベース51の原子と結合することにより接合が行われる。そして、結合が切れたハロゲンは、ハロゲンを取り込みやすい方の部材、即ちキャップ55、あるいはベース51の内部に拡散して行く。このように、ハロゲン化処理を行うだけでキャップ55とベース51が原子レベルで接合されるので、容器50aの封止性が向上し、圧電振動子50Aの信頼性や品質を高めることができる。また、部品としてのキャップ55およびベース51は、従来の圧入封止形の圧電振動子10Aと同一のものが使用できるので、部品のコストアップもない。さらに、ハロゲン化処理の工程も簡便であり、封止工程は従来の圧入封止形の圧電振動子10Aと同一であるため、製造も容易で量産性も高く、従来設備がそのまま使用できるので、製造のコストアップもない。

【0055】このような構成において、その製造方法を説明する。

【0056】まず、金属層56がメッキ形成されたキャップ55の表面全体をハロゲン化処理、例えばフッ化処理する。このフッ化処理においては、少なくともキャップ55とベース51との接合部分の表面がフッ化されればよいが、ここでは工程を簡便化するために、図3に示すように、処理チャンバ100内に複数のキャップ55をまとめて入れて、フッ化水素(HF)ガスと水蒸気(H₂O)との混合ガス101を供給し、一括してキャップ55の表面全体にフッ素(F)を添加処理している。ここで、フッ化処理について説明すると、キャップ55がHFガスとH₂Oとの混合ガス101にさらされると、HFとH₂Oとがキャップ55の表面において次式(1)の反応を生じる。

【0057】



そして、フッ素イオン(F⁻)がキャップ55と反応し、キャップ55の表面がフッ化される。キャップ55の表面が自然酸化膜によって覆われている場合、この酸化膜の酸素(O₂)とF⁻との置換反応が生じて表面がフッ化され、またはFとO₂の混合した組成を有する表面が形成される。

【0058】次に、図4に示すように、フッ化処理されたキャップ55と、圧電振動素子54をマウントしたベース51とを組合わせて真空引き可能なチャンバ内にセットし、チャンバ内を真空引きするとともに、金属外環52の外周面にメッキされている軟金属層57の融点以下に加熱し、さらにキャップ55とベース51との接合部に電界を作用させる。その後、チャンバ内のプレス機によってキャップ55とベース51とを圧入する。このとき、先述した圧入代によってベース51の金属外環52がキャップ55の締め付け応力によって加圧され、ベース51とキャップ55とが加圧接触し、ベース51とキャップ55とが接合されて、圧電振動素子54が気密に封止される。以上により、図1に示すような圧電振動子50Aが完成する。

【0059】尚、上述した製造方法においては、封止の際に加熱しているが、接合部を加熱すると接合の際の反応を促進でき、短時間で接合が可能であるとともに、接合強度を高めることができるからである。従って、加工時間が短くて済むので、量産性が向上し、コストが安価になる。加えて、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。さらに、半田の融点以下で加熱を行っているので、半田が溶融することがなく、半田からのガス放出がない。よって、容器内部にガスが残留しないので、周波数が変化したり、インピーダンスが過大となることがなく、品質や信頼性が向上する。

【0060】また、圧入代を設定することにより封止の際に接合部を加圧しているが、加圧して接合することに

より密着性が向上して、接合強度を更に大きくすることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。また、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップもない。

【0061】そして、封止の際に真空にしているが、接合部の酸化が防止でき、接合強度を高めることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。また、容器内部を必ずしも真空とする必要がない圧電振動素子を有する圧電振動子の場合、チャンバ内に不活性ガス、例えば窒素 (N_2) を大気圧または大気圧近傍の圧力下で充填して封止するようにしてもよく、その場合は真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備を必要としないので、コストを低減させることができる。

【0062】また、封止の際に電界を作用させているが、接合部にイオンとして存在しているフッ素が電界によって強制的に移動させられるため、接合強度の向上を図ることができるからである。従って、封止性が向上し、品質や信頼性が向上する。

【0063】図5(a)は、本発明の圧電振動子の別の実施形態を示す断面側面図、同図(b)は、その底面図であり、図1の圧電振動子の実施形態と同一構成個所は同一番号を付して説明を省略する。

【0064】この圧電振動子60Aは、ベース61とキャップ65とで形成される容器50a内に矩形薄板状のATカット水晶振動素子である圧電振動素子64が封入されている。封止前のキャップ65の内周形状およびベース61の外周形状は、図6に示すように略楕円形であり、圧入代は長軸部分が最小(g)、短軸部分が最大(h)で、長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定されている。そして、キャップの内周形状およびベースの外周形状は、各々長軸、短軸に対して線対称である。この略楕円は、第1の曲率半径(R_1 、 R_3)を有する大円弧と、第1の曲率半径より小さい曲率半径(R_2 、 R_4)を有する小円弧とからなり、大円弧および小円弧は各々2個であって大円弧と小円弧が交互に配置されており、大円弧と小円弧の接続点(S_1 、 S_2)において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致(M1、M2)した形状である。

【0065】このように略楕円形とすることにより、図7の破線で示す楕円形の場合に比較して、容器60aの内部の厚み方向のスペースがより大きく($b > a$)確保でき、例えば圧電振動素子64の長さが長い場合においては、圧電振動素子64を破損しにくくすることができる、有効である。つまり、封止時にキャップ65を被せる際の、マウント精度の厚み方向のバラツキによる破損をしにくく、また封止後の製品の落下時に圧電振動素子64がたわんで、キャップ65内壁への衝突による破損

容器50a、60a

ベース51、61の金属外環52、62の材料：コパール

をしにくくすることができる。従って、封止の際の組み立てが容易であり、歩留まりが良くなり、かつ品質の良い圧電振動子が得られる。そして、圧入代を長軸から短軸にかけて単調に増加するように設定したので、封止時に短軸側も密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、本実施形態のように断面が略楕円型であっても、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い、薄型の圧電振動子60Aを得ることができる。そして、内蔵する圧電振動素子64は従来のサイズのものがそのまま使用でき、加工コストもアップしない。

【0066】このような構成において、その製造方法を説明する。

【0067】図1に示す圧電振動子50Aと同様の工程で、フッ化処理したキャップ65と、圧電振動素子64をマウントしたベース61とを組合わせて圧入する。このとき、先述した圧入代によってベース61の金属外環62がキャップ65の締め付け応力によって加圧され、ベース61とキャップ65とが加圧接触し、ベース61とキャップ65とが接合されて、圧電振動素子64が気密に封止される。以上により、図5に示すような圧電振動子60Aが完成する。

【0068】以上の各実施形態では、ハロゲン化処理としてHFガスを用いてフッ化処理をする場合について説明したが、フッ酸を塗布したり、フッ酸に浸漬してフッ化処理を行っても良い。また、ハロゲンとしてはフッ素に限らず、接合する相手の相性や表面状態により、塩素やヨウ素、臭素であってもよい。

【0069】また、接合部の軟金属層が半田メッキである場合について説明したが、軟金属層としてインジウムまたはインジウム合金(例えば50Sn/50In、融点117°C~125°C)を用いても同様の効果が得られると共に、鉛レスによる鉛汚染を防止することができる。また、これらの軟金属層は、特に形成しなくてもよく、その場合は金属汚染を防止することができる。

【0070】そして、封止時における接合部への加圧は圧入代によって行われる場合について説明したが、例えば、かしめ等による加圧手段を用いてもよい。

【0071】さらに、不活性ガスとして N_2 ガスを用いた場合について説明したが、不活性ガスはヘリウムやネオン、あるいはアルゴンなどの希ガスであってもよい。

【0072】

【実施例】上述した各実施形態の圧電振動子と従来の圧電振動子とを製造して、それらの封止性能について調べた。

【0073】図1に示す圧電振動子50Aおよび図5に示す圧電振動子60Aを以下の各種条件で製造した。

【0074】

ベース51、61の長軸長さおよび短軸長さ：約1.8mmと約0.8mm
約2.6mmと約1.1mm

ベース51、61の長軸-短軸の片側圧入代：

0.005mm-0.01mm
0.010mm-0.06mm
0.015mm-0.04mm

ベース51、61の金属外環52、62の軟金属層57の材料：

共晶半田 (Sn: 63%、Pb: 37%、融点: 183°C)

高融点半田 (Pb: 90%~95%、残: Sn、融点: 280°C~310°C)

C~310°C)

キャップ55、65の材料：洋白

キャップ55、65の板厚：0.1mm~0.15mm

キャップ55、65のメッキ層56の材料：Ni

キャップ55、65のメッキ層56の厚さ：2μm~10μm

ハロゲン化条件

混合ガス101の成分：フッ化水素 (HF) ガスと水蒸気 (H₂O) (HFガス濃度：1%、湿度：20%)

ハロゲン化時間：1分間

封止条件

図1の圧電振動子50Aの場合のチャンバ内の真空度： 5×10^{-5} Torr

図5の圧電振動子60Aの場合のチャンバ内の雰囲気：N₂

チャンバ内の加熱温度：軟金属層57が共晶半田のときは150°C

軟金属層57が高融点半田のときは220°C

チャンバ内の加熱時間：45分

10分

以上の各種条件で製造した圧電振動子50A、60Aと従来の圧電振動子をグロスリークおよびファインリークによりリーク検査した。グロスリークは、圧電振動子を125°Cに加熱したパーフルオロカーボン液中に浸し、圧電振動子からの気泡の漏れの有無によりリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより 1×10^{-5} atm·cc/sec以下であることが保証される。また、ファインリークは、圧電振動子をヘリウム (He) 雰囲気中の加圧下に置き、その後に圧電振動子を減圧下に置き、圧電振動子からのHeの有無をHe検出装置 (質量分析装置) により調べてリーク検査する方法であり、この検査にパスすることにより 1×10^{-9} atm·cc/sec以下であることが保証される。

【0075】この結果、単なる楕円圧入方式の圧電振動子は、約20%がグロスリークにパスせず、残りの約40%がファインリークにパスしなかったが、各種条件で製造した圧電振動子50A、60Aは、全数が上記リーク検査にパスした。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、キャップやベースを溶融させることなく、両者を接触させて接合し気密に封止することにより、キャップとベースが原子レベルで接合されるので封止が確実になり、封止性が向上する。従って、圧電振動子の信頼性

や品質が向上するという効果を有する。また、ハロゲン化処理の工程も簡便であり、封止工程は従来と同一であるため、製造も容易で量産性が良いという効果も有する。更に、従来の部品および設備がそのまま使用できるので、コストアップもしないという効果も有する。

【0077】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けて接合することにより、軟金属層を溶融させることなく、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、容易に接合が可能になるという効果を有する。

【0078】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部の軟金属層を半田またはインジウムまたはインジウム合金にし、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、容易に接合が可能になるという効果を有する。加えて、軟金属に鉛を含有しないインジウムまたはインジウム合金を用いれば、鉛レスとすることができ、鉛汚染を防止するという効果も有する。

【0079】また、キャップと接触する部分において、長手軸に直交する断面の外周形状が楕円または略楕円の柱形状であるベース、または、ベースと接触する部分において、長手軸に直交する断面の内周形状がベースの断面の外周形状より小さい楕円または略楕円であり、一端が閉ざされ他端が開放されている筒形状であるキャップ

の少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、良好な封止性、信頼性を有する品質の良い、薄型の圧電振動子を得ることができるという効果を有する。そして、内蔵する圧電振動素子は従来のサイズのものがそのまま使用できるので、圧電振動素子の加工コストもアップしない。従って、安価な圧電振動子を得ることができるという効果も有する。

【0080】また、キャップの内周形状およびベースの外周形状は楕円であり、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップしないという効果を有する。そして、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。従って、良好な封止性、信頼性を有する、安価で品質の良い、薄型の圧電振動子を得られるという効果を有する。

【0081】また、キャップの内周形状およびベースの外周形状は略楕円であり、第1の曲率半径を有する大円弧と、前記第1の曲率半径より小さい曲率半径を有する小円弧とからなり、前記大円弧および小円弧は各々2個であって前記大円弧と小円弧が交互に配置されており、前記大円弧と前記小円弧の接続点において、大円弧部分の接線と小円弧部分の接線が一致し、圧入代は長軸から短軸にかけて単調に増加しており、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、接合することにより、ベースにキャップを嵌め込むだけで加圧でき、特別な加圧手段が要らないため、製造が容易でコストアップしないという効果を有する。そして、短軸側も十分加圧されて密着性が向上し、全周に渡り良好な接合が得られる。更に、内部スペースが厚み方向に大きいため、封止時にキャップを被せる際に圧電振動素子が破損しにくく、従って歩留まりが向上する。また、落下時に圧電振動素子のキャップ内壁への衝突による破損をしにくくすることができ、よって品質が向上する。従って、良好な封止性、信頼性を有する、安価で品質の良い、薄型の圧電振動子を得ることができるという効果を有する。

【0082】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、キャップおよびベースの融点以下に加熱して接合することにより、接合の際の反応を促進でき短時間で接合が可能になるとともに、接合強度を高めることができる。従って、加工時間が短くて済むので、量産性が向上し、コストが安価になるという効果を有する。加えて、封止性が向上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0083】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の接合部に軟金属層をメッキにより設けるととも

に、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくとも接合部を軟金属層の融点以下の温度にて接合することにより、ベース外周面およびキャップ内周面の微細な凹凸が埋められ、接合部が隙間なく接触するので、容易に接合が可能になるという効果を有する。更に、軟金属層の融点以下であるので、軟金属層が溶融することがなく、軟金属層からのガス放出がない。よって、容器内部にガスが残留しないので、周波数が変化したり、インピーダンスが過大となることがない。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。更に、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部を加圧して接合することにより、密着性が向上して接合強度を大きくすることができる。従って、封止性が向上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0084】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、不活性ガスの雰囲気中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度の向上が図れるので、封止性が向上する。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0085】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、大気圧またはその近傍の圧力下において接合することにより、真空チャンバや真空ポンプなどの高価な設備を必要とせず、コストを低減させることができる。従って、安価な圧電振動子を得られるという効果を有する。

【0086】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、真空中で接合することにより、接合部分の酸化が防止でき接合強度が向上し、封止性が向上する。従って、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【0087】また、キャップまたはベースの少なくとも一方の少なくとも接合部をハロゲン化処理した後、少なくともキャップとベースとの接合部に電界を作用させて接合することにより、接合部にイオンとして存在しているハロゲンが電界によって強制的に移動させられるため、接合強度の向上を図ることができる。従って、封止性が向上し、圧電振動子の品質や信頼性が向上するという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧電振動子の実施形態を示す構造図。

(a)は、断面側面図。(b)は、底面図。

【図2】図1の圧電振動子のベース外周形状とキャップ内周形状および圧入代の説明図。

【図3】図1の圧電振動子に係るハロゲン化処理の一例を示す図。

【図4】図1の圧電振動子の封止前を示す断面図。

(a)は、正面断面図。(b)は、側面断面図。

【図5】本発明の圧電振動子の別の実施形態を示す構造図。(a)は、断面側面図。(b)は、底面図。

【図6】図5の圧電振動子のベース外周形状とキャップ内周形状および圧入代の説明図。

【図7】図1の圧電振動子と図5の圧電振動子の内部スペースを比較した断面図。

【図8】従来の圧電振動子の封止前を示す断面図。

(a)は、断面側面図。(b)は、A-A矢視図。

【図9】図8の圧電振動子の封止後を示す断面図。

(a)は、断面側面図。(b)は、A-A矢視図。

【図10】図8の圧電振動子の基板実装状態を示す図。

(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図11】従来の別の圧電振動子を示す構造図。(a)は、側面図。(b)は、底面図。

【図12】従来のさらに別の圧電振動子を示す構造図。

(a)は、側面図。(b)は、底面図。

【図13】図11の圧電振動子の基板実装状態を示す図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図14】図12の圧電振動子の基板実装状態を示す図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図15】従来の別の圧電振動子を示す構造図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図16】従来のさらに別の圧電振動子を示す構造図。(a)は、正面図。(b)は、側面図。

【図17】図11の圧電振動子のベースが受ける応力分布状態図。

【符号の説明】

50A、60A 圧電振動子

50a、60a 容器

51、61 ベース

52 金属外環

53 リード

53a インナーリード

54、64 圧電振動素子

55、65 キャップ

56 金属層

57 軟金属層

9 プリント回路基板

100 ハロゲン化処理チャンバ

101 混合ガス

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.